

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 197 51 456 A 1

51 Int. Cl. 6:  
B 60 K 41/22  
B 60 K 23/02  
F 16 H 63/46

21 Aktenzeichen: 197 51 456.1  
22 Anmeldetag: 20. 11. 97  
43 Offenlegungstag: 27. 5. 99

DE 197 51 456 A 1

71 Anmelder:  
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

72 Erfinder:  
Hinrichsen, Uwe, Dr., 38124 Braunschweig, DE;  
Bothe, Edgar, 31224 Peine, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

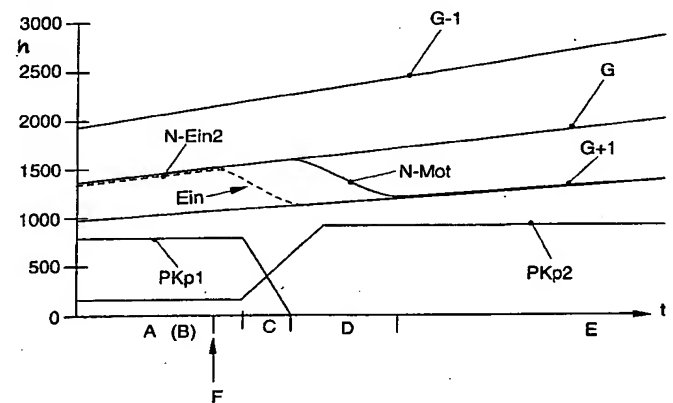
DE 42 04 401 A1  
DE 41 22 628 A1  
DE 40 31 851 A1  
DE 40 17 961 A1

FÖRSTER, Hans-Joachim: Das kraftschlüssige  
Schalten von Übersetzungsstufen in Fahrzeug-  
Getrieben. In: VDI-Z. 99, 1957, Nr. 27, 21. Sep.,  
S. 1319-1331;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren zum Schalten eines Doppelkupplungsgetriebes

57 Die Erfindung betrifft Verfahren zum Schalten eines Doppelkupplungsgetriebes, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, mit zwei Getriebeeingangswellen und einer Getriebeabtriebswelle, wobei jeder Getriebeeingangswelle eine Reibkupplung zugeordnet ist und im Ausgangszustand eine erste der beiden Kupplungen im Haftzustand ein Motormoment überträgt und die entsprechend andere zweite Kupplung geöffnet ist. Hierbei wird bereits vor dem Auftreten einer Schaltanforderung an das Doppelkupplungsgetriebe auf der lastfrei laufenden zweiten Getriebeeingangswelle ein Gang vorgewählt und die zweite Kupplung der zweiten Getriebeeingangswelle derart geregelt geschlossen, daß die zweite Kupplung in einem Schlupfbetrieb die zweite Getriebeeingangswelle auf einem vorbestimmten Drehzahlniveau hält.



DE 197 51 456 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schalten eines Doppelkupplungsgetriebes, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, mit zwei Getriebeeingangswellen und einer Getriebeabtriebswelle, wobei jeder Getriebeeingangswelle eine Reibkupplung zugeordnet ist und im Ausgangszustand eine erste der beiden Kupplungen im Haftzustand oder bei geringem Schlupf ein Motormoment überträgt und die entsprechend andere zweite Kupplung geöffnet ist, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein Doppelkupplungsgetriebe ist ein Getriebe, in dem eine Schaltung mit Hilfe von zwei unabhängig voneinander betätigbaren Kupplungen zugkraftunterbrechungsfrei ausführbar ist. Hierbei wird ein Gang bei geöffneter Kupplung der momentan nicht drehmomentübertragenden zweiten Getriebeeingangswelle eingelegt und im Anschluß daran eine Überschneidungsschaltung durchgeführt. Das bedeutet, daß die erste Kupplung ausgerückt und die andere zweite Kupplung entsprechend eingerückt wird, so daß ein zu übertragendes Drehmoment langsam und möglichst kontinuierlich von einer Kupplung auf die andere übergeht. Dabei ist herkömmlicherweise eine Kupplung mit einer Getriebeeingangswelle für die ungeraden Gänge und die entsprechend andere Kupplung mit einer Getriebeeingangswelle für die geraden Gänge verbunden.

Bevor jedoch die Überschneidungsschaltung durchgeführt werden kann, muß die Kupplung für den kommenden bzw. gewünschten Gang vorbefüllt werden, damit diese während der Überschneidungsschaltung sofort und ohne Ruck ein Drehmoment übertragen kann.

Diese Vorbefüllung erfolgt in der Regel so, daß nach dem Auftreten einer Schaltungsanforderung die Kupplung über einen vorbestimmten Zeitraum von beispielsweise 300 bis 500 ms mit einem niedrigen Druck beaufschlagt wird. Die Vorbefüllung sorgt dafür, daß Kupplungslamellen anliegen und ein Moment im Schlupfzustand übertragen werden kann. Hierbei ist es jedoch problematisch, daß bei zu hohem Druck bei der Vorbefüllung zwar die Vorbefüllzeit geringer wird, aber eine Verspannung der beiden Kupplungen durch ungleichmäßigen Drehmomentübergang von einer Kupplung zur anderen zu einem Ruck führt. Andererseits wird mit niedrigerem Druck für die Vorbefüllung die Vorbefüllzeit größer, was die Schaltung in unerwünschter Weise verzögert. Wird nämlich hierbei die Schaltung zu früh eingeleitet kommt es ebenfalls zu einem Ruck.

Bei herkömmlichen Doppelkupplungsgetrieben ist daher eine fehlende Spontanität auf Gangwechselanforderungen aufgrund langer Vorbefüllzeiten zu beobachten. Dies ist graphisch in den Fig. 1 und 2 für herkömmliche Doppelkupplungsgetriebe einmal für eine Zug-Hochschaltung (Fig. 1) und einmal für eine Schub-Rückschaltung (Fig. 2) dargestellt. Auf einer vertikalen Achse ist eine Drehzahl  $n$  und auf einer horizontalen Achse ist eine Zeit  $t$  aufgetragen.  $G$ ,  $G-1$  und  $G+1$  bezeichnen Drehzahlstufen von momentanem Gang und nächst niedrigerem bzw. nächst höherem Gang. Mit gestrichelter Linie (Fig. 1) und N-Ein2 ist eine momentane Drehzahl einer momentan nicht drehzahlübertragenden Getriebeeingangswelle dargestellt und N-Mot bezeichnet eine momentane Motordrehzahl eines Antriebsaggregats. PKp1 bezeichnet einen Kupplungsdruck der ersten Kupplung des momentan eingelegten Ganges und PKp2 bezeichnet einen Kupplungsdruck der zweiten Kupplung des kommenden Ganges.

Die Phase A bezeichnet einen Zeitraum, in dem mit dem alten Gang gefahren wird. Am Punkt F erfolgt die Entscheidung für einen Gangwechsel bzw. eine Schaltungsanforderung. Im Zeitraum B wird die Kupplung Kp2 vorbefüllt, d. h. Zuge-

fahren bis zum Schlupfpunkt. Spätestens im Punkt "Ein" wird der neue Gang eingelegt und im Zeitraum C erfolgt die Überschneidung. In Abschnitt D wird die Drehzahl angepaßt und E bezeichnet einen Zeitabschnitt, in dem mit dem neuen Gang gefahren wird.

Es tritt deutlich hervor, daß der Zeitabschnitt B, also die Vorbefüllungsphase, den eigentlichen Schaltvorgang lange Zeit hinauszögert.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine verbessertes Verfahren der obengenannten Art zur Verfügung zu stellen, wobei die obengenannten Nachteile überwunden werden und eine verzögerungsfreie Schaltung gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren der o. g. Art mit den in Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmalen und Verfahrensschritten gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Dazu ist es erfindungsgemäß vorgesehen, daß bereits vor dem Auftreten einer Schaltungsanforderung an das Doppelkupplungsgetriebe auf der lastfrei laufenden zweiten Getriebeeingangswelle ein Gang vorgewählt oder nicht eingelegt wird und die zweite Kupplung der zweiten Getriebeeingangswelle derart geregelt geschlossen wird, daß die zweite Kupplung in einem Schlupfbetrieb die zweite Getriebeeingangswelle auf einem vorbestimmten Drehzahlniveau hält.

Dies hat den Vorteil, daß die Zeit zum Einlegen eines Ganges verringert ist, da die Synchronisierung eine kleiner Drehzahldifferenz verarbeiten muß. Die Vorbefüllungszeit B der kommenden Kupplung ist Null, da diese bereits vorbefüllt ist bzw. am Schlupfpunkt steht. Eine Schaltung kann somit ohne Verzögerung sofort bei Eintreffen einer Schaltungsanforderung (Punkt F) eingeleitet werden. Ferner ergibt sich eine verringerte Synchronisationsarbeit.

Zweckmäßigerweise ist das vorbestimmte Drehzahlniveau dicht unterhalb einer Synchrondrehzahlstufe eines momentan eingelegten Ganges der ersten Getriebeeingangswelle. Dadurch hat die zweite Getriebeeingangswelle eine vorbestimmte Drehzahl, welche von möglichen nachfolgenden Drehzahlen für benachbarte und ggf. als nächstes zu schaltende Gänge wenig entfernt ist.

Im Falle eines Schubbetriebes des Getriebes und wenn der höchste Gang bereits eingelegt ist oder eine weitere Hochschaltung bei der aktuellen Fahrgeschwindigkeit zu einer unzulässig niedrigen Motordrehzahl führen würde, ist ein Herunterschalten wahrscheinlicher, so daß in vorteilhafter Weise ein dicht unterhalb einer Synchrondrehzahlstufe eines momentan eingelegten Ganges als vorbestimmtes Drehzahlniveau gewählt wird.

Im Falle eines Zugbetriebes des Getriebes und wenn der niedrigste Gang bereits eingelegt ist oder eine Rückschaltung bei der aktuellen Fahrgeschwindigkeit zu einer unzulässig hohen Motordrehzahl führen würde, ist ein Hochschalten wahrscheinlicher, so daß in vorteilhafter Weise ein Synchrondrehzahlniveau eines bezüglich eines momentan eingelegten Ganges der ersten Getriebeeingangswelle höheren Ganges als vorbestimmtes Drehzahlniveau gewählt wird.

Für eine Optimierung einer Schaltzeit für ein Hochschalten ist in vorteilhafter Weise das vorbestimmte Drehzahlniveau ein Synchrondrehzahlniveau eines bezüglich des momentan eingelegten Ganges der ersten Getriebeeingangswelle höheren Ganges. Dieser höhere Gang ist bevorzugt der nächst höhere Gang bezüglich des momentan eingelegten Ganges.

Weitere Merkmale, Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, sowie aus der nachstehenden Beschreibung der

Erfindung anhand der beigelegten Zeichnungen. Diese zeigen in

Fig. 1 eine Zug-Hochschaltung mit einem herkömmlichen Schaltverfahren eines Doppelkupplungsgetriebes,

Fig. 2 eine Schub-Rückschaltung mit einem herkömmlichen Schaltverfahren eines Doppelkupplungsgetriebes,

Fig. 3 eine Zug-Hochschaltung gemäß dem erfindungsgemäßen Schaltverfahren,

Fig. 4 eine Schub-Rückschaltung gemäß dem erfindungsgemäßen Schaltverfahren und

Fig. 5 ein Doppelkupplungsgetriebe in schematischer Darstellung.

Vorliegend soll "zweite Getriebeeingangswelle" und "zweite Kupplung" immer die momentan frei drehende Getriebeeingangswelle, welche kein Drehmoment überträgt, bzw. die kommende Kupplung bezeichnen. Demgegenüber bezeichnet "erste Kupplung" die momentane geschlossene Kupplung, welche das volle Drehmoment überträgt und "erste Getriebeeingangswelle" die momentan Drehmoment übertragende Getriebeeingangswelle, auf welcher ein alter bzw. momentaner Gang eingelegt ist. "Zug-Hochschaltung" bezeichnet einen Betriebszustand, in dem der Motor beim Hochschalten ein positives Drehmoment an das Getriebe abgibt, "Zug-Rückschaltung" bezeichnet einen Betriebszustand, in dem der Motor beim Rückschalten ein positives Drehmoment an das Getriebe abgibt, "Schub-Rückschaltung" bezeichnet einen Betriebszustand, in dem der Motor beim Rückschalten ein negatives Drehmoment an das Getriebe abgibt und "Schub-Hochschaltung" bezeichnet einen Betriebszustand, in dem der Motor beim Hochschalten ein negatives Drehmoment an das Getriebe abgibt.

Fig. 5 zeigt schematisch ein Doppelkupplungsgetriebe mit einem Motor M und je einer Kupplung Kp1 und Kp2 für Getriebeeingangswellen Ein1 und Ein2. Die Getriebeeingangswelle Ein1 trägt Schaltelemente für Gänge 1, 3 und 5 und die Getriebeeingangswelle Ein2 trägt Schaltelemente für Gänge 2, 4 und 6. Mittels nicht näher dargestellter Schaltelemente ist eine Getriebeabtriebswelle Ga wahlweise mit den Schaltelementen 1 bis 6 verbindbar, wobei bevorzugt die Schaltelemente 1, 3 und 5 frei und unabhängig von den Schaltelementen 2, 4 und 6 mit der Getriebeabtriebswelle Ga verbindbar sind. Die Kupplungen Kp1 und Kp2 sind unabhängig voneinander steuerbar.

Fig. 3 und 4 veranschaulichen jeweils für eine Zug-Hochschaltung und eine Schub-Rückschaltung das erfindungsgemäße Verfahren. Für eine Schub-Hochschaltung und eine Zug-Rückschaltung ist das Verhalten des Doppelkupplungsgetriebes unkritisch, da mit einem geeigneten Verfahren, wie beispielsweise einer Dauerschlupfregelung, die Schaltung sofort durch Öffnen des gehenden Schaltelementes eingeleitet werden kann und über den neuen Gang der Schaltung erst am Schaltungsende ein Drehmoment übertragen wird.

Auf einer vertikalen Achse ist eine Drehzahl  $n$  und auf einer horizontalen Achse ist eine Zeit  $t$  aufgetragen.  $G$ ,  $G-1$  und  $G+1$  bezeichnen Drehzahlstufen von momentanem Gang und nächst niedrigerem bzw. nächst höherem Gang. Mit  $N-Ein2$  ist eine momentane Drehzahl einer momentan nicht Drehmoment übertragenden zweiten Getriebeeingangswelle Ein2 dargestellt und  $N-Mot$  bezeichnet eine momentane Motordrehzahl eines Antriebsaggregats M.  $PKp1$  bezeichnet einen Kupplungsdruck der ersten Kupplung Kp1 des momentan eingelegten Ganges und  $PKp2$  bezeichnet einen Kupplungsdruck der zweiten Kupplung Kp2 des kommenden Ganges.

Die Phase A(B) bezeichnet einen Zeitraum, in dem mit dem alten Gang gefahren und gleichzeitig die zweite Kupplung Kp2 derart vorbefüllt wird, daß diese an einem Schlupfpunkt steht. Die Vorbefüllung ist dabei derart gere-

gelt, daß sich für die zweite Getriebeeingangswelle eine Drehzahl  $N-Ein2$  ergibt, welche entweder dicht unterhalb der Synchrondrehzahl  $G$  des momentanen Ganges oder im Bereich der Synchrondrehzahl  $G+1$  des nächst höheren Ganges liegt. Zum Einstellen der Drehzahl  $N-Ein2$  auf eine Synchrondrehzahl  $G-1$  des nächst niedrigeren Ganges ist in vorteilhafter Weise ein Schleppmittel, wie beispielsweise ein Elektromotor, vorgesehen. Ohne dieses Schleppmittel kann jedoch mittels der zweiten Kupplung Kp2 maximal die Drehzahl  $G$  des momentan eingelegten Ganges, welche gleich der momentanen Drehzahl des Motors  $N-Mot$  in Phase A(B) ist, eingestellt werden.

Am Punkt F erfolgt die Entscheidung für einen Gangwechsel bzw. eine Schaltanforderung. Ein Zeitraum B, in dem die Kupplung Kp2 vorbefüllt, d. h. bis zum Schlupfpunkt zugefahren wird, ist nicht vorhanden. Am Punkt "Ein" wird der neue Gang eingelegt und im Zeitraum C erfolgt die Überschneidung. In Abschnitt D wird die Drehzahl angepaßt und E bezeichnet einen Zeitabschnitt, in dem mit dem neuen Gang gefahren wird.

Durch den Wegfall der Phase B ist offensichtlich eine verzögerungsfreie Schaltung gewährleistet, so daß das Doppelkupplungsgetriebe unmittelbar auf einen Fahrerwunsch bezüglich eines Gangwechsels reagiert.

In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung wird die Ansteuerung der zweiten Kupplung Kp2 beim Einlegen des Ganges kurzfristig geringfügig reduziert, um die Synchronisationsarbeit zu verringern.

In vorteilhafter Weise sind verschiedenen Strategien für die Auswahl der Drehzahl der zweiten Getriebeeingangswelle  $N-Ein2$  im Zeitraum A(B) vorgesehen. In einem ersten Modus wird der nächst höhere Gang vorgewählt, ohne diesen einzulegen. Die Drehzahl  $N-Ein2$  der freien zweiten Getriebeeingangswelle Ein2 wird mit der zweiten Kupplung Kp2 auf die Synchrondrehzahl  $G+1$  des nächst höheren Ganges geregelt.

In einem zweiten Modus wird die freie zweite Eingangswelle Ein2 auf eine Drehzahl  $N-Ein2$  dicht unterhalb der Motordrehzahl  $N-Mot$  geregelt.

In einem dritten Modus erfolgt eine Auswahl von Modus eins oder zwei. Hierbei wird im Zugbetrieb Modus eins und im Schubbetrieb Modus zwei gewählt, um jeweils kurze Synchronisationszeiten für die Schaltung zu erhalten, bei der sofort ein Drehmoment über den kommenden Gang übertragen werden muß. Der Vorteil dieser Auswahl ergibt sich daraus, daß im Zugbetrieb ein Hochschalten und im Schubbetrieb ein Herunterschalten wahrscheinlicher ist, so daß die Drehzahl  $N-Ein2$  immer möglichst nah in der zu erwartenden Drehzahl für einen Schaltvorgang gehalten wird.

In einem vierten Modus wird statt Modus eins der Modus zwei gefahren, wenn nicht mehr hochgeschaltet werden kann, weil bereits der höchst Gang eingelegt ist oder eine weitere Hochschaltung bei der aktuellen Fahrgeschwindigkeit zu einer unzulässig niedrigen Motordrehzahl führen würde.

In einem fünften Modus wird statt Modus 2 der Modus 1 gefahren, wenn nicht mehr zurück geschaltet werden kann, weil bereits der niedrigste Gang eingelegt ist oder eine Rückschaltung bei der aktuellen Fahrgeschwindigkeit zu einer unzulässig hohen Motordrehzahl führen würde.

Der Modus wird bevorzugt je nach Fahrsituation und beispielsweise auch lastabhängig gewählt.

#### Bezugszeichenliste

- A Fahren im alten Gang
- A(B) Fahren im alten Gang, Kupplung am Schlupfpunkt
- B Vorbefüllung (Zufahren der Kupplung bis zum Schlupf-

punkt)  
 C Überschneidung  
 D Schaltung (Anpassung der Drehzahl)  
 E Fahren im neuen Gang  
 Ein Zeitpunkt, an dem neuer Gang eingelegt wird 5  
 Ein1 Getriebeeingangswelle  
 Ein2 Getriebeeingangswelle  
 F Entscheidung für Hoch-/Rückschaltung (Schaltungsanforderung)  
 G Drehzahlniveau momentan eingelegter Gang 10  
 G+1 Drehzahlniveau nächst höherer Gang  
 G-1 Drehzahlniveau nächst niedriger Gang  
 Ga Getriebeabtriebswelle  
 Kp1 erste Kupplung  
 Kp2 zweite Kupplung 15  
 M Motor  
 n Drehzahl  
 N-Mot Motordrehzahl  
 N-Ein2 Drehzahl der zweiten Getriebeeingangswelle  
 PKp1 Druck der ersten Kupplung 20  
 PKp2 Druck der zweiten Kupplung  
 t Zeit

#### Patentansprüche

- 25
1. Verfahren zum Schalten eines Doppelkupplungsgetriebes, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, mit zwei Getriebeeingangswellen und einer Getriebeabtriebswelle, wobei jeder Getriebeeingangswelle eine Reibkupplung zugeordnet ist und im Ausgangszustand eine erste der beiden Kupplungen im Haftzustand oder bei geringem Schlupf ein Motormoment überträgt und die entsprechend andere zweite Kupplung geöffnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß bereits vor dem Auftreten einer Schaltanforderung an das Doppelkupplungsgetriebe auf der lastfrei laufenden zweiten Getriebeeingangswelle ein Gang vorgewählt aber nicht eingelegt wird und die zweite Kupplung der zweiten Getriebeeingangswelle derart geregelt geschlossen wird, daß die zweite Kupplung in einem Schlupfbetrieb die zweite Getriebeeingangswelle auf einem vorbestimmten Drehzahlniveau hält. 30
  2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das vorbestimmte Drehzahlniveau dicht unterhalb einer Synchrondrehzahlniveau eines momentan eingelegten Ganges der ersten Getriebeeingangswelle ist. 35
  3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein dicht unterhalb einer Synchrondrehzahlniveau eines momentan eingelegten Ganges als vorbestimmtes Drehzahlniveau gewählt wird, wenn sich das Doppelkupplungsgetriebe im Schubbetrieb befindet. 50
  4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das dicht unterhalb einer Synchrondrehzahlniveau des momentan eingelegten Ganges als vorbestimmtes Drehzahlniveau gewählt wird, wenn der höchste Gang eingelegt ist. 55
  5. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das vorbestimmte Drehzahlniveau ein Synchrondrehzahlniveau eines bezüglich des momentan eingelegten Ganges der ersten Getriebeeingangswelle höheren Ganges ist. 60
  6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der höhere Gang der nächst höhere Gang bezüglich des momentan eingelegten Ganges ist. 65
  7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Synchrondreh-

zahlniveau eines bezüglich eines momentan eingelegten Ganges der ersten Getriebeeingangswelle höheren Ganges als vorbestimmtes Drehzahlniveau gewählt wird, wenn sich das Doppelkupplungsgetriebe im Zugbetrieb befindet.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Synchrondrehzahlniveau eines bezüglich eines momentan eingelegten Ganges höheren Ganges als vorbestimmtes Drehzahlniveau gewählt wird, wenn der niedrigste Gang eingelegt ist.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Synchrondrehzahlniveau eines bezüglich eines momentan eingelegten Ganges der ersten Getriebeeingangswelle höheren Ganges als vorbestimmtes Drehzahlniveau gewählt wird, wenn eine vorbestimmte, gangabhängige Fahrgeschwindigkeit überschritten ist.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Synchrondrehzahlniveau eines bezüglich eines momentan eingelegten Ganges höheren Ganges als vorbestimmtes Drehzahlniveau gewählt wird, wenn eine vorbestimmte, gangabhängige Fahrgeschwindigkeit unterschritten ist.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapazität der zweiten Kupplung beim Einlegen eines Ganges geringfügig reduziert wird.

---

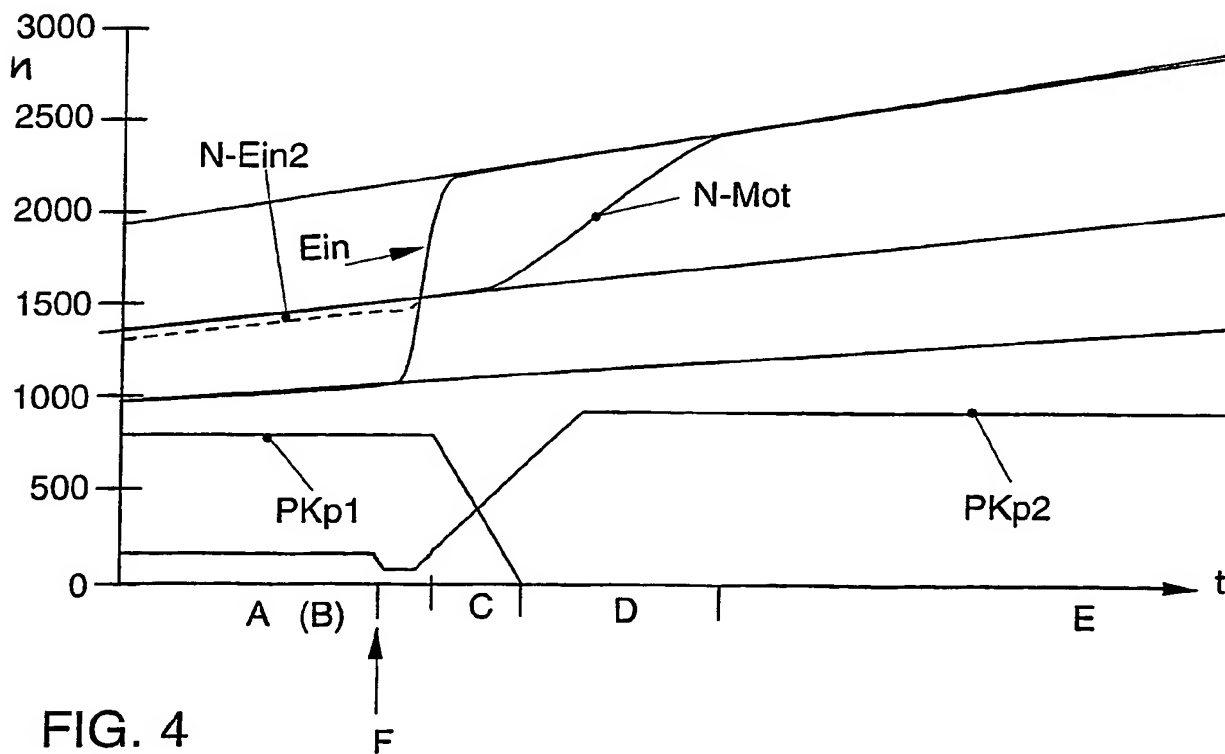
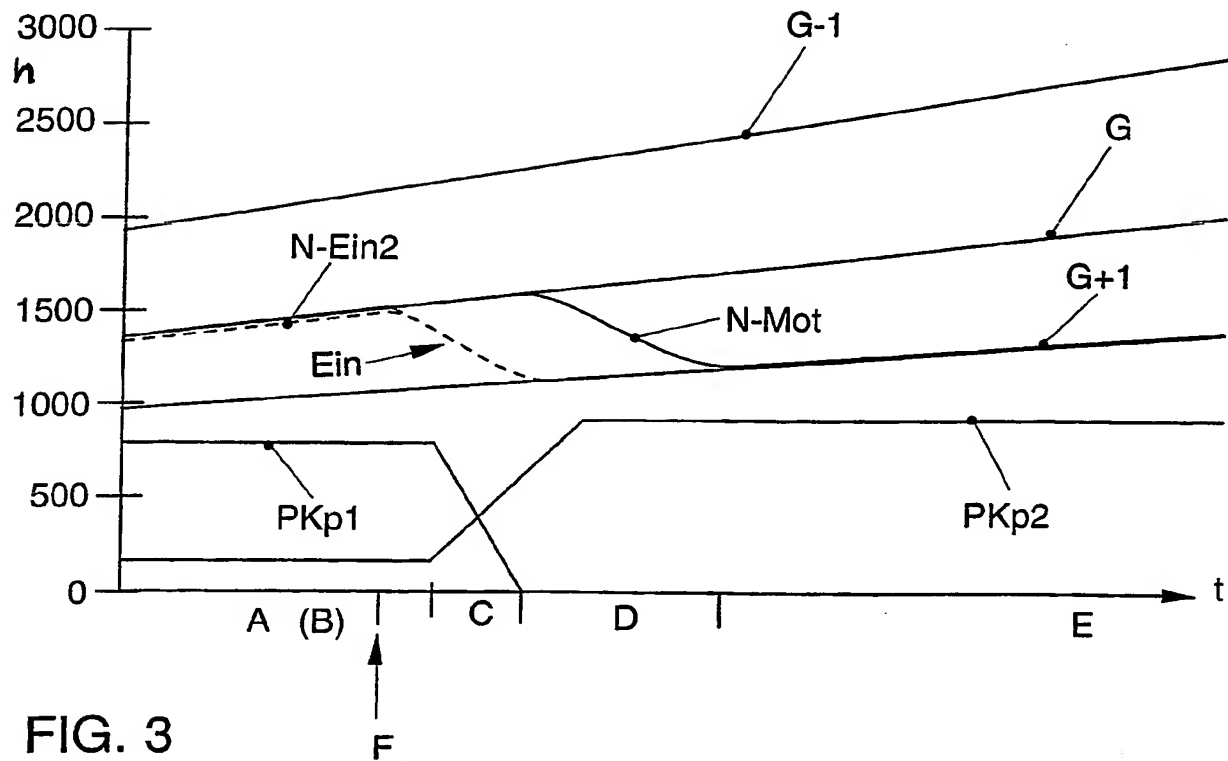
Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

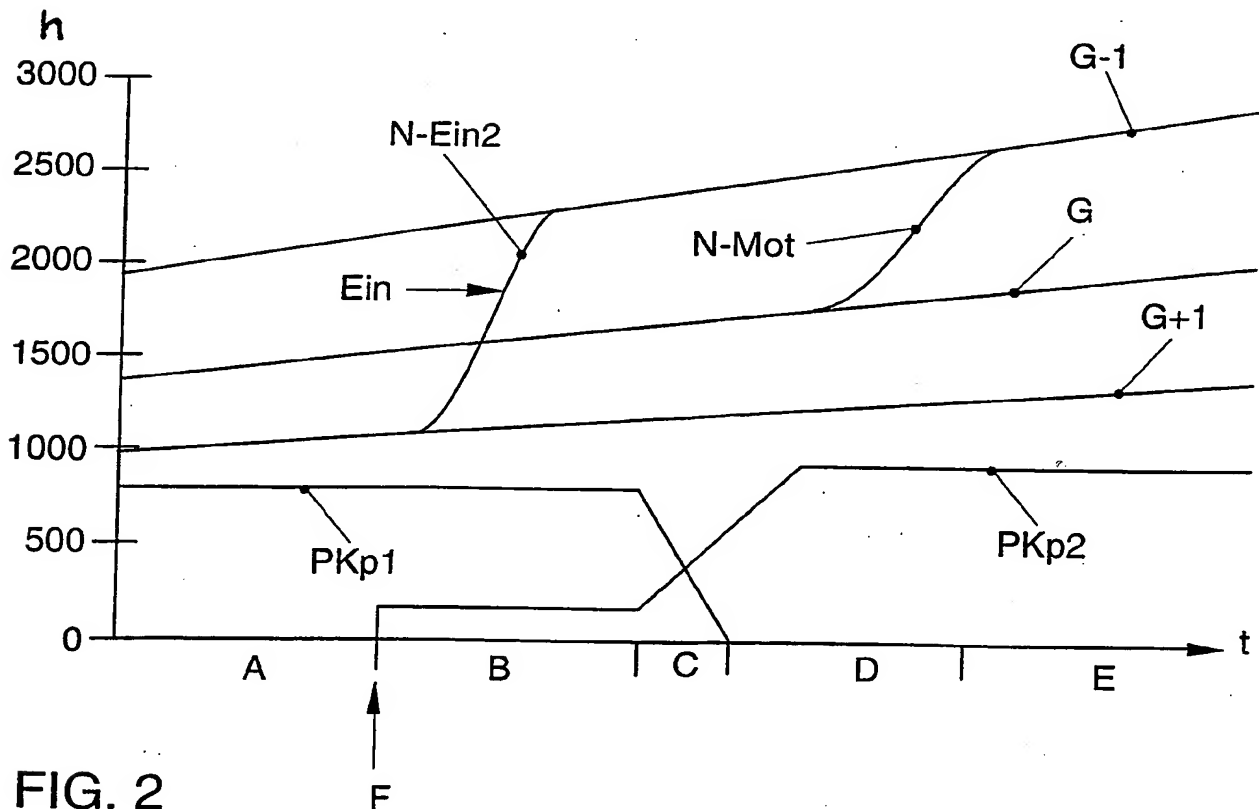
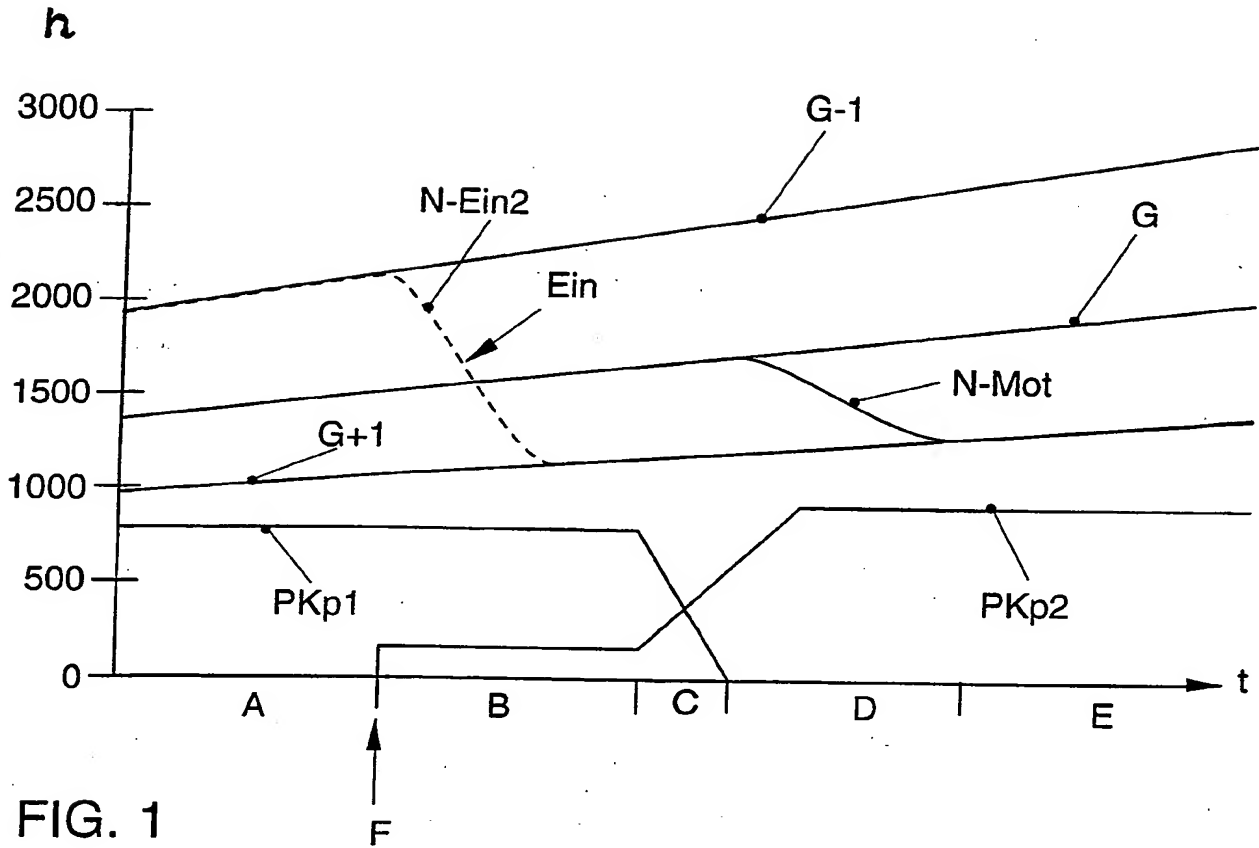
- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

BEST AVAILABLE COPY



BEST AVAILABLE COPY



BEST AVAILABLE COPY

